

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

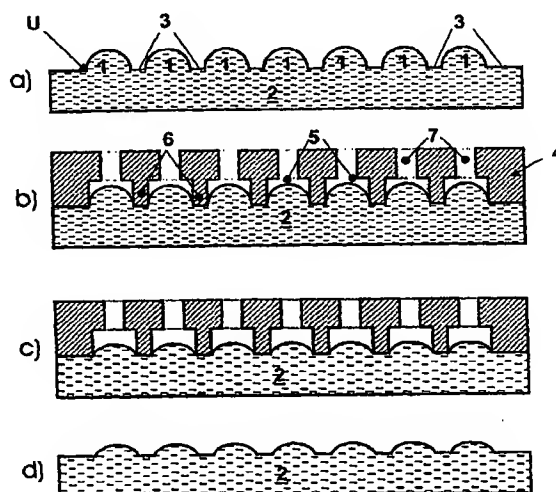
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/056715 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C03B 23/02, 11/08, B29D 11/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014629
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Dezember 2003 (19.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 59 890.8 20. Dezember 2002 (20.12.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): QUENZER, Hans-Joachim [DE/DE]; Edendorfer Strasse 170, 25524 Itzehoe (DE). MERZ, Peter [DE/DE]; Holstenstrasse 15, 25557 Hanerau-Hademarschen (DE). BOTT, Uwe [DE/DE]; Blumenstr.1, 25557 Hademaeschen (DE).
- (74) Anwalt: RÖSLER, Uwe; Landsberger Str.480a, 81241 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR AFTERTREATING AN OPTICAL LENS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM NACHBEHANDELN EINER OPTISCHEN LINSE



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for aftertreating the surface contours of at least one optical lens consisting of glass or glass-type material, in particular a microlens (1), said lens comprising a convex lens surface, delimited by a peripheral line (u) and bordering a level flat section (3) that surrounds said line. The invention is characterised in that an element (4, 6) is placed onto the flat section (3) along the peripheral line (u) of the optical lens, said element following the contour of the peripheral line exactly and delimiting the convex lens surface at least laterally, that the optical lens is heated to at least the glass transition temperature of the glass or glass-type material and an equalisation of pressure is established between the convex lens surface and the underside of the lens and that after a specific time period, during which the optical lens is subjected to said temperature treatment and after subsequent cooling to below the glass transition temperature, the element is removed from the optical lens.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Beschrieben wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Nachbehandeln der Oberflächenkontur wenigstens einer aus Glas oder glasartigem Material bestehenden optischen Linse, insbesondere Mikrolinse (1), mit einer konvex ausgebildeten Linsenoberfläche, die von einer Umfangslinie (u) begrenzt wird, an die sich ein ebener die Umfangslinie umgebender Flächenabschnitt (3) anschliesst. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass längs der Umfangslinie (u) der optischen Linse auf den Flächenabschnitt (3) ein an die Umfangslinie linientreu angepasstes, die konvex ausgebildete Linsenoberfläche zumindest seitlich begrenzendes Mittel (4), (6) aufgesetzt wird, dass die optische Linse auf eine Temperatur von wenigstens der Transformationstemperatur des Glases oder glasartigen Materials erhitzt wird, wobei ein Druckausgleich zwischen der konvex ausgebildeten Linsenoberfläche und der Linsenunterseite vorherrscht, und dass nach einer bestimmten Zeitdauer, während der die optische Linse der Temperaturbehandlung ausgesetzt wird, und nachfolgender Abkühlung unter die Transformationstemperatur das Mittel von der optischen Linse entfernt wird.

## VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM NACHBEHANDELN EINER OPTISCHEN LINSE

**Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Nachbehandeln der Oberflächenkontur wenigstens einer aus Glas oder glasartigem Material bestehenden optischen Linse, insbesondere Mikrolinse, mit einer konvex ausgebildeten Linsenoberfläche, die von einer Umfangslinie begrenzt wird, an die sich ein ebener die Umfangslinie umgebender Flächenabschnitt anschließt.

**Stand der Technik**

Aus der WO 01/38240 A1 geht ein Verfahren zur Herstellung von mikromechanischen aber insbesondere mikrooptischen Bauelementen in Form von Mikrolinsen aus glasartigem Material hervor, die jeweils eine Einzelelementgröße aufweisen, die bis in den Sub-Mikrometer-Bereich hineinreicht. Zur Herstellung einer derartigen arrayförmig angeordneten Mikrolinsenanordnung dient eine vorzugsweise aus Halbleitermaterial vorstrukturierte Negativform mit einer Vielzahl von Vertiefungen, über die eine Schicht aus Glasmaterial aufgebracht und bevorzugt im Wege anodischen Bondens mit der Negativform verbunden wird. Im Rahmen eines nachfolgenden Tempervorgangs, bei dem der Verbund aus der Negativform und der Schicht aus Glasmaterial über die Erweichungstemperatur des Glasmaterials erwärmt wird, beginnt das Glasmaterial lokal in die Vertiefungen zu fließen. Über die Einsinktiefe, über die das Glasmaterial lokal in die einzelnen Vertiefungen im Wege eines sogenannten Flow-Prozesses eindringt, kann die Brennweite der einzelnen

sich ausbildenden Mikrolinsen bestimmt werden, die durch Temperatur, Druck und Temperzeit während des Temperschrittes exakt eingestellt werden kann.

Eigentümlicherweise zeigen die mittels eines derartigen „Glasflowprozesses“ hergestellten Mikrolinsen eine am Randbereich jeder einzelnen Linse eine elliptische Übersteilung, wie sie unter Bezugnahme auf Figur 2 im einzelnen hervorgeht. In Figur 2 ist in einem zweidimensionalen Koordinatensystem eine Schar von Linienzüge 1 – 4 dargestellt, die jeweils den hälftigen Querschnitt einer Mikrolinse repräsentieren. Alle vier Linienzüge weisen bei  $X = 0$  den gleichen Mittenkrümmungsradius auf, weichen jedoch im Randbereich der jeweiligen Linsenkontur voneinander ab. Der Linienzug 1 entspricht dabei jenem Linsenquerschnitt, der durch den vorstehend geschilderten Glasflowprozess gewonnen wird. Vergleicht man bspw. den Linienquerschnitt 1 mit einer als Linienzug 3 eingezeichneten Sphäre, so wird deutlich, dass der Randbereich des Linienzuges 1 von der Sphäre 3 insbesondere im Randbereich der Mikrolinse deutlich zu kleineren Krümmungsradien abweicht, nämlich eine, wie man sagt elliptische Übersteilung, aufweist.

Diese im Randbereich elliptische Übersteilung der Mikrolinse ist das Resultat einer verfahrensimmanenten Eigenschaft, die charakteristisch für Glasflowprozesse ist und aus diesem Grunde unvermeidbar auftritt. Ähnliche elliptische Übersteilungen sind überdies auch bei Mikrolinsen zu beobachten, die im Wege des sogenannten kontaktlosen Heißprägeverfahrens aus thermoplastischen Linsenmaterialien hergestellt worden sind. Insbesondere in Fällen, in denen derartig hergestellte Mikrolinsen für optische Abbildungen eingesetzt werden, bei denen die gesamte Linsenoberfläche zur Abbildung genutzt wird, führen die elliptischen Übersteilungen zu nachteilhaften Abbildungsfehlern, die es zu vermeiden gilt.

### **Darstellung der Erfindung**

Es besteht die Aufgabe optische Linsen, insbesondere Mikrolinsen, deren Linsenquerschnittsform insbesondere im Randbereich herstellungsbedingt elliptische Übersteilungen aufweisen, derart zu behandeln, dass die mit den elliptischen

Übersteilungen verbundenen nachhaltigen optischen Abbildungseigenschaften vollständig vermieden werden können. Die zur Vermeidung der elliptischen Übersteilungen zu treffenden Massnahmen sollen keine technisch aufwendigen und teuren Verfahrensschritte erfordern und überdies auch an bereits hergestellten Mikrolinsen nachträglich anwendbar sein.

Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Gegenstand des Anspruches 11 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit der die vorstehenden elliptischen Übersteilungen im Randbereich von Mikrolinsenanordnungen zu beseitigen sind. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind überdies Gegenstand der Unteransprüche sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

Ausgehend von den gemäß dem Stand der Technik hergestellten optischen Linsen, vorzugsweise Mikrolinsenarrays, die im Wege eines Glasflowprozesses gewonnen werden, bspw. mit dem in der WO 01/38240 A1 beschriebenen Verfahren, werden die eine elliptisch übersteilte Linsenquerschnittsform aufweisende Linsen einem erfindungsgemäß ausgebildeten Nachbehandlungsschritt unterworfen, bei dem zumindest die elliptische Übersteilung im Randbereich jeder einzelnen Mikrolinse kontrolliert beseitigt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Nachbehandlung der Oberflächenkontur wenigstens einer aus Glas oder glasartigem Material bestehenden optischen Linse, insbesondere Mikrolinse, mit einer konvex ausgebildeten Linsenoberfläche, die von einer Umfangslinie begrenzt wird, an die sich ein ebener die Umfangslinie umgebender Flächenabschnitt anschließt, weist zumindest folgende zwei Verfahrensschritte auf:

Zunächst wird längs der Umfangslinie der zu behandelnden optischen Linse auf den die Linse umgebenden ebenen Flächenabschnitt ein an die Umfangslinie linientreu angepasstes, die konvex ausgebildete Linsenoberfläche zumindest seitlich begrenzendes Mittel aufgesetzt. Das schablonenartig ausgebildete Mittel, das vorzugsweise aus einem Material gefertigt ist, dessen thermische

Ausdehnungseigenschaften identisch oder sehr ähnlich den thermischen Ausdehnungseigenschaften des zu behandelnden Linsenmaterials ist, ist in einer einfachsten Ausführungsvariante als bloße Lochschablone ausgebildet, deren lochförmige Ausnehmung exakt an die Form und Größe der Umfangslinie angepasst ist. Auf diese Weise wird die konvex ausgebildete Linsenoberfläche seitlich bzw. lateral von dem Mittel begrenzt, tritt jedoch ansonsten mit dem Mittel nicht in Berührung. Nachfolgend wird die optische Linse auf eine Temperatur von wenigstens der Transformationstemperatur des Glases oder glasartigen Materials erhitzt, wodurch das Linsenmaterial erweicht und in Folge der längs der Linsenoberfläche herrschenden Oberflächenspannung lokal verdrängt wird, sodass es zu einem Materialfluss innerhalb des Linsenkörpers kommt. Hierbei gilt es einen Druckausgleich zwischen der Linsenober- und Linsenunterseite zu schaffen.

So vermögen die im Zustand der Linsenmaterialerweichung längs der konvex ausgebildeten Linsenoberfläche wirkenden Oberflächenspannungen die Linsenoberfläche tendentiell zu verkleinern, wobei Linsenmaterial aus dem Bereich der konvexseitigen Linsenüberhöhung in den übrigen Bereich des Linsenkörpers verdrängt wird bzw. zurückfließt. Durch diesen auch als Reflow-Prozess genannten Tempervorgang werden die vorstehend beschriebenen randseitigen elliptischen Übersteilungen vermindert bzw. vollständig vermieden. Durch entsprechende Vorgabe bestimmter den Temperprozess bestimmenden Prozessparameter wie Druck, Temperatur und Temperzeit, können insbesondere die Randbereiche der zu behandelnden Mikrolinse sphärische, parabolische oder gar hyperbolische Randkonturgeometrien annehmen, wie es im einzelnen aus den weiteren Ausführungen zu entnehmen ist.

Nach Erreichen der gewünschten Randgeometrie wird der Temperprozess beendet und nach entsprechender Abkühlung der optischen Linse unter die Transformationstemperatur von dem schablonenartig aufgesetzten Mittel entsprechend getrennt.

### **Kurze Beschreibung der Erfindung**

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1a – d                    schematisierte Prozessschritte zur Durchführung des thermischen Reflowprozesses sowie
- Fig. 2                         Diagramm zur Darstellung unterschiedlicher Linsenquerschnittsformen.

### **Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit**

In Figur 1a ist eine stilisierte Querschnittsdarstellung durch ein Mikrolinsenarray gezeigt, das 7 nebeneinander in Reihe angeordnete Mikrolinsen 1 vorsieht und vorzugsweise im Wege eines Glas-Flow-Prozesses hergestellt worden ist. Die einzelnen Mikrolinsen 1 erheben sich über die Ebene des die einzelnen Mikrolinsen 1 miteinander verbindenden Glaslinsensubstrats 2, das vorzugsweise aus Bohr-Silicat-Glas, bspw. Pyrex®-Glas besteht. Jede der einzelnen Mikrolinsen 1 ist von einer Umfangslinie U begrenzt, an die sich jeweils ein eben ausgebildetes Flächenstück 3 anschließt, das zwei unmittelbar benachbarte Mikrolinsen 1 räumlich voneinander beabstandet. Wie bereits vorstehend erwähnt, sind die Randbereiche der einzelnen Mikrolinsen 1 aufgrund ihres Herstellungsprozesses elliptisch übersteilt, d.h. die Oberflächenkontur jeder einzelnen Mikrolinse weicht jeweils in ihrem Randbereich von einer idealen Sphäre hin zu kleineren Linsenradien ab. Eine derartige Konturbeschaffenheit insbesondere im Randbereich jeder einzelnen Linse kann im Einzelnen unter Bezugnahme auf die Diagrammdarstellung in Figur 2 entnommen werden, die gemäß Konturlinie 1 eine gegenüber einer sphärischen Linsenkontur (siehe hierzu Linienzug 3) im Linsenrandbereich eine elliptische Übersteilung aufweist. Die Ursache für eine derartige elliptische Übersteilung ist im Einströmverhalten des fließfähigen Linsenmaterials in die schablonenhaft vorgegebenen Vertiefungen einer strukturierten Maske begründet, das sich bei der Linsenherstellung im Rahmen eines Glas-Flow-Prozesses einstellt.

Um nun die im Randbereich auftretende elliptische Überstellung zu vermindern bzw. vollständig zu beseitigen, wird gemäß Bilddarstellung in Figur 1b ein als Gegenwerkzeug 4 ausgebildetes Mittel auf das Mikrolinsenarray aufgesetzt, das in der Form komplementär zum Mikrolinsenarray ausgebildete ist und die einzelnen optischen Mikrolinsen 1 längs ihrer Umfangslinien U umschließt. Das Gegenwerkzeug 4 ist im einfachsten Fall in Form einer schablonenhaft ausgebildeten Lochblende ausgeführt, mit Lochausnehmungen, deren Lochkontur an die Form und Größe der Umfangslinien der einzelnen Mikrolinsen angepasst sind.

Das in Figur 1b dargestellte Gegenwerkzeug 4 weist stilisiert komplementär zu der konvexen Linsenform der Mikrolinsen 1 eingearbeitete Ausnehmungen 5 auf, in deren Raumbereiche 6 sich jeweils die konvex ausgebildeten Linsenoberflächen der Mikrolinsen 1 erstrecken. Die ansonsten stegförmig ausgebildeten Zwischenabschnitte 6 des Gegenwerkzeuges 4 sind konturgetreu an die zwischen den Mikrolinsen 1 befindlichen Flächenabschnitte 3 angepasst und decken diese bei Inkontaktbringen mit dem Glassubstrat 2 konturgetreu ab.

Um einen möglichst innigen Kontakt zwischen dem Gegenwerkzeug 4 und dem Linsensubstrat 2 herzustellen, wird das Gegenwerkzeug 4 auf die Flächenbereiche 3 des Linsensubstrates 2 verpresst oder im Wege eines anodischen Bondens mit diesem fest verfügt. Zur Vermeidung eines sich zwischen dem Glassubstrat 4 und dem Linsensubstrat 2 innerhalb der Raumbereiche 5 während des gegenseitigen Inkontaktbringens ausbildenden Überdrucks, sind Öffnungen 7 innerhalb des Gegenwerkzeuges 4 vorgesehen, um einen Druckausgleich zwischen der Innenseite und der Außenseite des Gegenwerkzeuges 4 zu schaffen. Ebenso ist es möglich, wie im weiteren noch auszuführen ist, dass über die Öffnungen 7 gezielt einstellbare Druckbedingungen unmittelbar auf die konvex ausgebildeten Linsenoberflächen der einzelnen Mikrolinsen einwirken können.

Für den Fall, dass die im weiteren beschriebene Temperaturbehandlung unter Vakuumbedingungen durchgeführt wird, ist der Einsatz eines Gegenwerkzeuges



denkbar, dessen einzelne Vertiefungen keine Öffnungen aufweisen, zumal unter Vakkuumbedingungen die vorstehend aufgezeigte Druckproblematik nicht auftritt.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird der Verbund aus Linsensubstrat 2 und Gegenwerkzeug 4 einer Temperaturbehandlung weit oberhalb der Übergangstemperatur bzw. Transformationstemperatur des Glases ausgesetzt, wodurch die herrschende Oberflächenspannung eine Veränderung der Profilform jeder einzelnen Mikrolinse dahingehend bewirkt, dass die elliptische Übersteilung im Randbereich einer jeden einzelnen Mikrolinse regelrecht eingeebnet bzw. in eine gegenförmig gekrümmte Profilform überführt wird. Gemäß Bilddarstellung in Figur 1c verhindert dabei das Gegenwerkzeug 4 ein seitliches Auslaufen der einzelnen Mikrolinsen, so dass die lateralen Geometrieabmessungen jeder einzelnen Mikrolinse während der Temperaturbehandlung erhalten bleiben. Durch die horizontale Anordnung des Mikrolinsenarrays während der Temperaturbehandlung sowie der oberflächenreduzierende Effekt der die Linsenoberfläche bestimmenden Oberflächenspannung bildet sich eine Materialverdrängung aus jedem einzelnen Linsenkörper in Richtung des darunter befindlichen Flächensubstrates aus. Dieser auch als Reflow-Prozess bezeichnete Materialfluss führt grundsätzlich zu einer gesamtheitlichen Veränderung der Oberflächenkontur jeder einzelnen Mikrolinse, trägt aber insbesondere zur Abflachung des Profils im Randbereich jeder einzelnen Mikrolinse bei. Je nach Temperaturniveau und Temperzeit lassen sich durch den Reflow-Prozess gewünschte Randabflachungen, die aus der Diagrammdarstellung gemäß Figur 2 im einzelnen entnehmbar sind, erzeugen. Ausgehend von der elliptisch übersteilten Randform gemäß dem Linienzug 1 können sphärische Randkonturen gemäß Linienzug 3, parabolische oder gar hyperbolische Randkonturen gemäß den Linienzügen 2 und 4 gezielt erzeugt werden. Je länger der Temperprozess andauert, um so mehr wird der Randbereich jeder einzelnen Mikrolinse abgeflacht und kann letztlich eine gemäß Linienzug 4 angedeutete Oberflächenkontur annehmen.

Unter normalen Prozessbedingungen findet der vorstehend bezeichnete Reflow-Prozess unter Normaldruckbedingungen statt, so dass die den Materialfluss

induzierende Kraft ausschließlich auf die wirkende Oberflächenspannung in jeder einzelnen Mikrolinse zurückzuführen ist. Darüber hinaus ist es überdies möglich, die Druckbedingungen während des Temperprozesses zu verändern. So bewirkt eine Druckzunahme, die gleichmäßig auf jede einzelne Linsenoberfläche einwirkt, einen Reflow-Prozess unterstützende Kraftkomponente, die zu einer verstärkten Abflachung des Linsenprofils führt. Reduziert man hingegen den auf die Linsenoberfläche einwirkenden Druck so wird eine dem Reflow-Prozess entgegenwirkende Kraftkomponente erzeugt, durch die bspw. die konvex ausgebildete Linsenoberfläche während des Tempervorganges stabilisiert wird. Somit stellen Temperatur, Temperzeit und der auf die Linsenoberflächen einwirkende Druck entscheidende Prozessparameter dar, die in Abhängigkeit eines gewünschten Tempererfolges individuell einzustellen sind.

Wie bereits erwähnt, tritt das Gegenwerkzeug 4 ausschließlich längs der Umfangslinien sowie über die zwischen den Mikrolinsen angeordneten Flächenbereiche 3 mit dem Mikrolinsenarray in Berührung. Die Randbereiche des Gegenwerkzeuges, die jeweils mit den Umfangslinien jeder einzelnen Mikrolinse in Berührung treten dürfen jedoch mit dem Rand jeder einzelnen Mikrolinse nicht benetzend in Berührung treten, da in diesem Falle zusätzliche Randwinkelleffekte auftreten könnten, die die Linsenoberflächenkontur im Randbereich nachhaltig beeinträchtigen zu können. Um dafür Sorge zu tragen, dass das Gegenwerkzeug vom Linsenmaterial im Randbereich nicht benetzt wird, hat es sich als günstig erwiesen, das Gegenwerkzeug bspw. aus Graphit zu fertigen. Graphit überdauert zum einen die während der Temperaturbehandlung auftretenden Temperaturen ca. zwischen ca. 600 und 800° C schadlos und besitzt zum anderen die Eigenschaft, von erweichtem Glas nicht benetzt zu werden. Überdies haben Untersuchungen ergeben, dass ein aus Silizium gefertigtes Gegenwerkzeug gleichsam keine Benetzungseffekte mit dem erweichten Linsenmaterial zeigt, da im Falle von Glas als Linsenmaterial das Glas nicht direkt in Kontakt mit dem Siliziumwerkzeug tritt, zumal sich zwischen dem fließenden Glas und dem Siliziumwerkzeug eine Zwischenschicht ausbildet, die zwar ebenso aus Glas besteht, jedoch über eine deutlich höhere Viskosität verfügt, als das eigentliche Glassubstrat selbst und damit nicht oder kaum

fließt. Der Grund für das Auftreten einer derartigen Zwischenschicht liegt nach derzeitiger Kenntnis an einer lokalen Veränderung der Zusammensetzung des Glases, das im Wege des anodischen Bondens in Kontakt mit der Siliziumoberfläche gebracht wird. Hierbei wandern lokal Natriumionen aus dem Glas, die für die Viskosität des Glases bestimmend zu sein scheinen.

Nach erfolgter Temperaturbehandlung und entsprechendem Erkalten des Linsenmaterials, wird das Gegenwerkzeug 4 von der Oberfläche des Mikrolinsenarrays entfernt. Das vorzugsweise aus Silizium gefertigte Gegenwerkzeug lässt sich bspw. unter Verwendung ansich bekannter Ätztechniken vom Mikrolinsenarray entfernen. Möglicherweise an der Rückseite des Linsensubstrates auftretende Unebenheiten, die durch den Reflow-Prozess während der Temperaturbehandlung entstanden sind, können mit geeigneten mechanischen Schleif- oder Poliertechniken ausgeglichen werden.

### Bezugszeichenliste

- 1 Mikrolinse
- 2 Linsensubstrat
- 3 Flächenanteile
- 4 Gegenwerkzeug
- 5 Raumbereiche
- 6 Stegartige Abschnitte
- 7 Durchgangsöffnungen

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Nachbehandeln der Oberflächenkontur wenigstens einer aus Glas oder glasartigem Material bestehenden optischen Linse, insbesondere Mikrolinse, mit einer konvex ausgebildeten Linsenoberfläche, die von einer Umfangslinie begrenzt wird, an die sich ein ebener die Umfangslinie umgebender Flächenabschnitt anschließt, sowie einer der konvex ausgebildeten Linsenoberfläche gegenüberliegenden Linsenunterseite, dadurch **gekennzeichnet**, dass längs der Umfangslinie der optischen Linse auf den Flächenabschnitt ein an die Umfangslinie linientreu angepaßtes, die konvex ausgebildete Linsenoberfläche zumindest seitlich begrenzendes Mittel aufgesetzt wird, dass die optische Linse auf eine Temperatur von wenigstens der Transformationstemperatur des Glases oder glasartigen Materials erhitzt wird, dass ein Druckausgleich zwischen der konvex ausgebildeten Linsenoberfläche und der Linsenunterseite vorherrscht, und dass nach einer bestimmten Zeitdauer, während der die optische Linse der Temperaturbehandlung ausgesetzt wird, und nachfolgender Abkühlung unter die Transformationstemperatur das Mittel von der optischen Linse entfernt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Temperatur und Zeitdauer für die Temperaturbehandlung vom Grad der Veränderung der Oberflächenkontur gewählt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass während der Temperaturbehandlung ein auf die konvex ausgebildete Linsenoberfläche einwirkender Druck variiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Druckänderung durch gezielte Gas- bzw. Luftdruckänderung herbeigeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass das Mittel fest gegen die Umfangslinie kraftbeaufschlagt gepresst wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die optische Linse im Wege eines Glasfließprozesses oder mittels kontaktlosem Heissprägen eines thermoplastischen Materials hergestellt wird und verfahrensbedingt eine im Bereich ihrer Umfangslinie elliptische Übersteilung aufweist, und  
dass die Temperaturbehandlung in Verbindung mit dem die Umfangslinie begrenzenden Mittel derart durchgeführt wird, dass die elliptische Übersteilung vermindert oder gänzlich beseitigt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Temperaturbehandlung in Verbindung mit dem die Umfangslinie begrenzenden Mittel derart durchgeführt wird, dass die lateralen Geometrieabmessungen der optischen Linse erhalten bleiben.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die optische Linse während der Temperaturbehandlung horizontal gelagert wird, d.h. die konvex ausgebildete Linsenoberfläche ist gegenüber einer horizontalen Ebene erhaben.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass das Mittel mit der optischen Linse nicht oberflächenbenetzend in Berührung gebracht wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine einstückig zusammenhängende arrayförmige Mikrolinsenanordnung vorgesehen wird, mit einer Vielzahl einzelner optischer Mikrolinsen, die über eben ausgebildete Flächenabschnitte, vorzugsweise äquidistant voneinander beabstandet sind, dass ein an die Anordnung und Umfangsgröße der einzelnen Mikrolinsen angepasstes Mittel in Art einer Schablone vorgesehen wird, das auf die Flächenabschnitte zumindest teilweise aufgesetzt wird und die Umfangslinien der einzelnen Mikrolinsen umfasst, und dass während der Temperaturbehandlung alle Mikrolinsen einheitlich homogen erhitzt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Temperaturbehandlung derart erfolgt, dass eine Verkleinerung der konvexen Linsenoberfläche ausschließlich auf längs der konvex ausgebildeten Linsenoberfläche wirkenden Oberflächenspannungen beruht, wobei Linsenmaterial aus Bereichen der konvexseitigen Linsenüberhöhung in übrige Bereiche des Linsenkörpers verdrängt wird.
12. Vorrichtung zum Nachbehandeln der Oberflächenkontur wenigstens einer aus Glas oder glasartigem Material bestehenden optischen Linse, insbesondere Mikrolinse, mit einer konvex ausgebildeten Linsenoberfläche, die von einer Umfangslinie begrenzt ist, an die sich ein ebener die Umfangslinie umgebender Flächenabschnitt anschließt, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein Mittel vorgesehen ist, das in Art einer Schablone ausgebildet ist und eine Ausnehmung vorsieht, die von einem Rand begrenzt ist, der bündig an die Umfangslinie der optischen Linse angepasst ist, und dass die Ausnehmung ansonsten derart ausgebildet ist, dass die Schablone berührungsfrei zur konvex ausgebildeten Linsenoberfläche auf den die Umfangslinie umgebenden Flächenabschnitt aufbringbar ist, und

dass das Mittel wenigstens eine der Ausnehmung gegenüberliegende Öffnung vorsieht, so dass zwischen der optischen Linse und dem Mittel nach Aufbringen des Mittels auf den die Umfangslinie umgebenden Flächenabschnitt kein abgeschlossenes Volumen entsteht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass das Mittel aus einem Material besteht, dessen thermische Ausdehnungseigenschaften denen des Glases oder des glasartigen Materials entsprechen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass das Mittel in Art einer Vielfachlochsablonne ausgebildet ist, deren einzelne Ausnehmungen in Form, Größe und Anordnung nach einer arrayförmig ausgebildeten Vielfach-Mikrolinsenanordnung gewählt sind, so dass die Vielfachlochsablonne durch Aufsetzen auf die die einzelnen Mikrolinsen umgebenden Flächenabschnitte der Vielfach-Mikrolinsenanordnung jeweils bündig mit den Umfangslinien der Mikrolinsen in Berührung tritt.

14. Verwendung der Vorrichtung zur Oberflächenkorrektur von wenigstens einer aus Glas oder glasartigem Material bestehenden optischen Linse zur Beseitigung einer am Randbereich der Linse vorhandenen elliptischen Übersteilung.

15. Verwendung nach Anspruch 14,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass im Wege einer Temperaturbehandlung der optischen Linse, auf der das schablonenartige Mittel aufsitzt, der Randbereich der optischen Linse im Wege eines Reflow-Prozesses abgeflacht wird, so dass eine sphärische oder parabolische Linsenquerschnittsform erhalten wird.

16. Verwendung nach Anspruch 15,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass bei andauerndem Reflow-Prozess eine hyperpolische Linsenquerschnittsform erhalten wird.



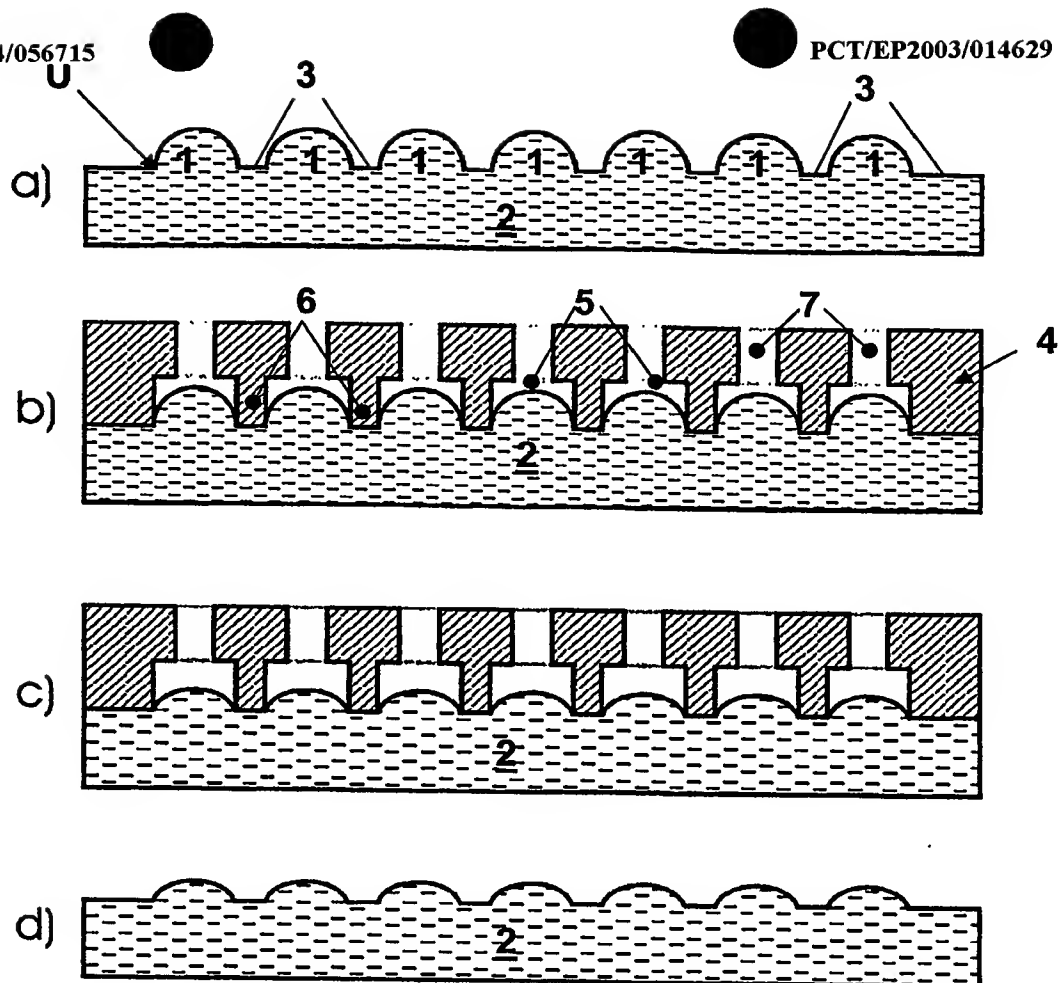


Fig. 1

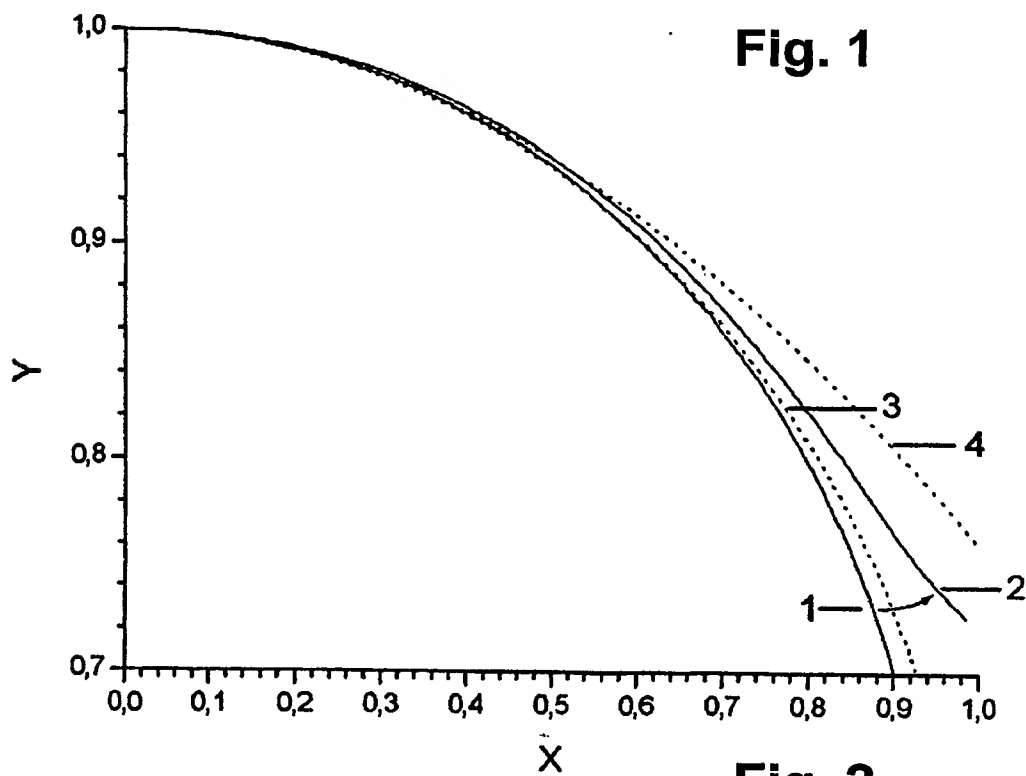


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14629

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 C03B23/02 C03B11/08 B29D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SCHULZE J ET AL: "Compact self-aligning assemblies with refractive microlens arrays made by contactless embossing" PROC. SPIE - INT. SOC. OPT. ENG. (USA), PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1998, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, vol. 3289, April 1998 (1998-04), pages 22-32, XP0008003397 ISSN: 0277-786X figure 3	12,13
X	GB 2 264 890 A (BRITISH TELECOMM) 15 September 1993 (1993-09-15) page 2, lines 32-33; figures 1,2 ----- -/-	12,13



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the International filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 2004

Date of mailing of the International search report

18/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Creux, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14629

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0181, no. 26 (P-1702), 2 March 1994 (1994-03-02) & JP 5 313003 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 26 November 1993 (1993-11-26) abstract	12,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0111, no. 32 (C-417), 24 April 1987 (1987-04-24) & JP 61 266322 A (CANON INC), 26 November 1986 (1986-11-26) abstract	12,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0080, no. 19 (C-207), 26 January 1984 (1984-01-26) & JP 58 185445 A (FUJITSU KK), 29 October 1983 (1983-10-29) abstract	1-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/14629

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2264890	A	15-09-1993	NONE	
JP 5313003	A	26-11-1993	NONE	
JP 61266322	A	26-11-1986	NONE	
JP 58185445	A	29-10-1983	JP 1383444 C	09-06-1987
			JP 61046408 B	14-10-1986

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/14629

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C03B23/02 C03B11/08 B29D11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SCHULZE J ET AL: "Compact self-aligning assemblies with refractive microlens arrays made by contactless embossing" PROC. SPIE - INT. SOC. OPT. ENG. (USA), PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1998, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, Bd. 3289, April 1998 (1998-04), Seiten 22-32, XP0008003397 ISSN: 0277-786X Abbildung 3	12,13
X	GB 2 264 890 A (BRITISH TELECOMM) 15. September 1993 (1993-09-15) Seite 2, Zeilen 32-33; Abbildungen 1,2 ----- -/-	12,13

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Creux, S

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0181, Nr. 26 (P-1702), 2. März 1994 (1994-03-02) & JP 5 313003 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 26. November 1993 (1993-11-26) Zusammenfassung -----	12,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0111, Nr. 32 (C-417), 24. April 1987 (1987-04-24) & JP 61 266322 A (CANON INC), 26. November 1986 (1986-11-26) Zusammenfassung -----	12,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0080, Nr. 19 (C-207), 26. Januar 1984 (1984-01-26) & JP 58 185445 A (FUJITSU KK), 29. Oktober 1983 (1983-10-29) Zusammenfassung -----	1-16

**INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP 03/14629**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2264890	A	15-09-1993	KEINE	
JP 5313003	A	26-11-1993	KEINE	
JP 61266322	A	26-11-1986	KEINE	
JP 58185445	A	29-10-1983	JP 1383444 C	09-06-1987
			JP 61046408 B	14-10-1986